

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 54 (1963)
Heft: 26

Artikel: Der Sammelschienenschutz
Autor: Jean-Richard, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916549>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

$$k_0^{II} = 0,631; k_1^{II} = 0,1134; k^{III} = 0,00868;$$

$$k^{IV} = 0,1642; k_0^V = 0,0505$$

$$k_1 = 0,0953; k_0^{VI} = 0,1403; k_1^{VI} = 0,01865$$

$$Z^{VII} = 28,45 \Omega; Z^{VIII} = 47,28 \Omega; Z^{IX} = 11,37 \Omega$$

Daraus ergeben sich die Anrege- und Messgrößen als Funktionen der Fehlerentfernung p und deren Kleinst- und Grösstwerte, die mit Ausnahme von I_{AIR} bei $p = 0$ und 1 auftreten und in dieser Reihenfolge angegeben sind:

$$I_F = I_{AIR} = 104,8 / (28,45 + 47,28 p - 11,37 p^2) \dots 3,68 \text{ bis } 1,63 \text{ kA}$$

Vor Unterbrechung in B war $I_{AIR} = 3190$ bis 128 A. Die Nullstellen des Nenners liegen bei $p = 0,535; 4,7 \cdot p_m = 2,11$.

$$3 I_{AIO} = 2 (0,491 - 0,1642 p) I_F \dots 3,62 \text{ bis } 1,065 \text{ kA}$$

Vor Unterbrechung in B war $3 I_{AIO} 3190$ bis 80 A.

$$- I_{AIS} = I_{BIS} = (0,00868 + 0,1642 p) I_F \dots 32 \text{ bis } 282 \text{ A}$$

$$- I_{AIR} = I_{BIR} = 0,667 (0,1458 + 0,159 p) I_F \dots 320 \text{ A } (p = 0,553) \text{ bis } 359 \text{ A}$$

$$- I_{AIS} = I_{BIS} = 0,667 (0,00287 + 0,1309 p) I_F \dots 7 \text{ bis } 145 \text{ A}$$

$$- 3 I_{AIO} = 3 I_{BIO} = 2 (0,0505 + 0,1403 p) I_F \dots 372 \text{ bis } 621 \text{ A}$$

$$- U_{A^+} = 0,667 (18,03 - 2,42 p) I_F \dots 44,4 \text{ bis } 17 \text{ kV}$$

$$U_{AR} = 0,667 (49,38 - 11,38 p) p I_F \dots 0 \text{ bis } 41,4 \text{ kV}$$

$$U_{AS} = \sqrt{[0,667 (27,05 + 21,06 p - 5,69 p^2) I_F]^2 + 3660} \dots 89,8 \text{ bis } 75,9 \text{ kV}$$

$$- U_{B^+} = 0,667 (14,66 + 0,66 p) I_F \dots 36 \text{ bis } 16,7 \text{ kV}$$

$$U_{BR} = 0,667 (5,38 + 46,7 p - 11,38 p^2) I_F \dots 13,2 \text{ bis } 44,4 \text{ kV}$$

$$U_{BS} = \sqrt{[0,667 (24,67 + 24,34 p - 5,69 p^2) I_F]^2 + 3660} \dots 85,6 \text{ bis } 74,5 \text{ kV}$$

Literatur

- [1] Clarke, E.: Circuit Analysis of A-C Power Systems. Bd. 1. New York: Wiley 1958.
- [2] Selseth, N.: Über die Berechnung der Reihenfehler in Drehstromsystemen unter Anwendung symmetrischer Komponenten. ETZ-A 82(1961)1, S. 18...21.
- [3] Selseth, N.: Unbalanced Open Conductors in Power Systems. Trans. AIEE - III (Power App. & Syst.) 80(1961)57, S. 764...768.
- [4] Wagner, A.: Ableitung von Formeln für den Erdschlussstrom nach einpoliger Unterbrechung an einem Leitungsende. E und M 79(1962)5, S. 106...108.

Adresse des Autors:

A. Wagner, dipl. Ingenieur, Ampfererstrasse 1, Innsbruck (Österreich).

Der Sammelschienenschutz

Von Ch. Jean-Richard, Bern

621.316.35 : 621.316.9

Die Fragen im Zusammenhang mit dem Schutz von elektrischen Netzen gegen Störungen aller Art haben einen eigentümlichen Charakter. In der Tat handelt es sich dabei um Aufgaben, welche zu ihrer Lösung Materialien benötigen, welche die verschiedensten Eigenheiten aufweisen. Diese Materialien müssen den Bedingungen ihrer Anwendung angepasst werden, wobei die schwierige Aufgabe zu lösen ist, Ausschaltungen wenn nötig, selektiv vorzunehmen.

Ausgehend von dieser Sachlage ist es selbstverständlich, dass der Schutz sich zuerst mit denjenigen Elementen der Netze befasst hat, welche Anlass geben zu der grössten Anzahl von Fehlern. Das sind die Freileitungen. Ausserdem wurden die Generatoren und Transformatoren mit geeigneten Schutzeinrichtungen ausgerüstet, an welchen mit dem steigenden Stand der Technik Verbesserungen vorgenommen wurden.

Was die Sammelschienen anbetrifft, blieben sie lange Zeit abweisend gegenüber dem Schutz. Es gab sogar eine Zeit, während welcher die Auffassung vorherrschte, dass die Sammelschienen überhaupt nicht zu schützen sind. Dies war der Fall, als die unausgeglichene Devisen-Wechselkurse Transformatoren von jenseits des Atlantik billiger erscheinen liessen als hierzulande hergestellte Transformatoren. Sie wurden in Betrieb gesetzt, ausgerüstet nur mit Differentialrelais in der Meinung, dass bei Störungen an den benachbarten Sammelschienen die Transformatoren nicht abgeschaltet werden sollten. Anlässlich einer Störung wurde dieser Zweck tatsächlich erreicht, die Transformatoren blieben in Betrieb bis zum Schluss. Aber von den Sammelschienen blieb praktisch nichts übrig. Der Lichtbogen hatte sie zum grössten Teil verzehrt.

Diese Begebenheit zeigt, wie sehr die Existenzbedingungen voneinander abhängen. Der Devisenkurs schlecht ausgeglichen, ein Schutz schlecht angepasst, ein Kurzschluss schlecht beherrscht, das ist die traurige Kette von Ereignissen, welche vor noch nicht einem mittleren, gesunden Menschenalter vorgekommen sind.

Der nächste Abschnitt ist durch den Schnelldistanzschutz mit Stufen charakterisiert, welcher den Schutz der Sammelschienen in der zweiten Stufe bewirkt. Die erste Stufe benötigt ca. 0,12 s, die zweite 0,7 s. Mit der Zeit und dank weiterer technischer Fortschritte in den verschiedensten Gebieten konnte die zweite Stufe reduziert werden auf 0,6 und 0,5 s für die schnellsten Distanzrelais.

Aber es handelt sich dabei um eine bequeme Lösung. Die Sammelschienen sind nicht der Zweck des Distanzschutzes. Dieser muss notwendigerweise verzögert werden für einen Fehler, welcher sich in der Nähe der gegenüberliegenden Sammelschiene befindet, wenn er selektiv arbeiten soll, ohne Fernverbindung zwischen den Stationen.

Man hat sich mit dieser Lösung begnügen können, solange die Kurzschlussleistungen nicht besonders gross waren. Dies ist aber heute nicht mehr der Fall, so dass es notwendig war, ein Mittel zu finden, um die Sammelschienen auf direkte, ultraschnelle Art zu schützen.

Die erste Idee, welche sich zur Lösung eines solchen Problems anbietet, ist der Differentialschutz.

Tatsächlich, solange die Sammelschienen gesund sind, ist die Summe der über sie fliessenden Ströme gleich Null. Dagegen ist bei einem Fehler an den Sammelschienen diese Summe nicht mehr gleich Null. Von dieser Tatsache ausgehend bedeutet die Anwendung eines Differentialrelais nur

einen ersten Schritt. Leider sind die Stromwandler nicht frei von einem wesentlichen Fehler. Sie können nämlich an ihre Sekundärklemmen wegen der Magnetisierung ihres Eisenkernes keinen Strom liefern, der dem Primärstrom absolut proportional ist. Deswegen ist ein Differentialrelais nicht in der Lage, anlässlich eines heftigen Kurzschlusses zu unterscheiden, ob er sich an den Sammelschienen oder daneben befindet. Daraus resultieren unzulässige Auslösungen und Abschaltungen der Sammelschienen. Das Differentialrelais für den Sammelschienenschutz musste daher auf geschickte Weise ergänzt werden. Solche Hilfsmittel bestehen einmal in Richtungsorganen zusätzlich zum Differentialrelais oder darin, dass die Sekundärkreise der Stromwandler blockiert werden derart, dass das Kriterium des Abschaltens nicht mehr ein Strom, sondern eine Spannung ist. Der Nachteil der einen und anderen Methode ist der Umstand, dass die Stromwandler in jedem Abgang das gleiche Übersetzungsverhältnis aufweisen müssen, sei es nun, ob es sich um eine Leitung oder einen Transformator handelt.

Über eine total andere Methode berichtet das Bulletin des SEV, Nr. 2, vom 30. Januar 1960. Dabei handelt es sich um den ziemlich einfachen Fall, bei welchem eine Sammelschiene gespiesen wird über Transformatoren, welche den grössten Teil der bei einem Kurzschluss auftretenden Leistung liefern.

Das Kriterium, auf welchem dieser Sammelschienenschutz basiert, ist das Fehlen von Strom auf den abgehenden Leitungen, währenddem die Transformatoren von einem heftigen Strom durchflossen sind. Die sofortige Abschaltung der Sammelschienen wird vorgenommen, falls keine Signale von den Abgängen eintreffen, und unter dem Einfluss eines Auslösebefehles, welcher von den Transformatoren kommt.

Der Zeitgewinn für den Sammelschienenschutz ist beträchtlich, dank dieser Methode. Statt zu warten, bis der Leitungsschutz hätte funktionieren können, selbst bei einem weit entfernten Fehler, besteht die einzige Verzögerung, welche einzuhalten ist, in der Zeit, welche notwendig ist, um festzustellen, ob ein anderes Relais angelautet ist oder nicht. So erfolgt der Schutz von Sammelschienen mit Hilfe von Signalen nach 0,2 s. Natürlich bedeuten diese 0,2 s nur eine Grössenordnung, welche im Zusammenhang steht mit den elektromagnetischen Relais.

Heutzutage gibt es transistorisierte Relais, welche in der Grössenordnung von ms ansprechen. Diese Relais erlauben, den Sammelschienenschutz auf Grund des Verfahrens der Signale durchzuführen.

Weiter erlaubt die Technik der Transistoren, die Verdrahtung äusserst zu vereinfachen. Dabei werden die Se-

kundärkreise der Stromwandler jedes Abganges bis in ein Gehäuse geführt, in welchem sich Elemente für das Ansprechen, die Signalisierung und für die Auslösung befinden. Die Überprüfung, ob ein Fehlerstrom aufgetreten ist und ob der Ort des Fehlers sich innerhalb der Zone befindet, welche durch die Stromwandler begrenzt wird, erfolgt in einigen ms. Es sei besonders hervorgehoben, dass diese Lösung auch denjenigen Fall umfasst, bei welchem die zu schützenden Sammelschienen anlässlich eines Fehlers von mehr als einer Leitung oder Transformator gespiesen werden, und dass nur diejenigen Abgänge abgeschaltet werden, auf welchen ein Fehlerstrom auftritt.

Natürlich hat der Begriff der Selektivität, welcher den Betreuern der Netze besonders wichtig ist, nicht mehr die gleiche Bedeutung, da ja die Abschaltung der speisenden Leitungen und Transformatoren nicht nur die Sammelschienen, sondern auch alle von ihnen gespeisten Leitungen stromlos werden lässt.

Aber die Schnelligkeit, mit welcher die transistorisierte Schutzeinrichtung eingreift, geniesst die Sympathie der Betriebsleute. Es genügt, einem Lichtbogenkurzschluss beigezogen zu haben, welcher 0,5 s gedauert hat, um zu verstehen, dass diese Verzögerung zu lang ist, und dass die dabei möglichen Verheerungen zu gross sind. Die Betriebsleute werden somit einen leichten Einbruch in das Prinzip der Selektivität annehmen, da ja die Schnelligkeit des Eingreifens grössere Schäden vermeiden lässt. Übrigens ist es nicht ausgeschlossen, dass dank dieser Schnelligkeit beim Abschalten die Sammelschienen sogar rasch wieder eingeschaltet werden können, nämlich nach 0,3 s, was die Betriebsleute besonders freuen wird.

Zum Schluss noch ein Wort über den Sinn der Entwicklung. Im Bereich der Schutztechnik ist gut ersichtlich, dass es nicht die Nennspannung des zu schützenden Elementes ist, welches den Grad der Entwicklung des Schutzes bestimmt. Man kann daher den elektronischen Sammelschienenschutz, letztes Glied der Entwicklung, nicht ausschliessen unter dem Vorwand, die Nennspannung der so geschützten Sammelschienen entspreche nicht dem Gebiet, welches von dieser oder jener Organisation untersucht wird. Es sind die angewendeten Mittel, welche zu berücksichtigen sind, in aller Objektivität.

Adresse des Autors:

Ch. Jean-Richard, dipl. Ingenieur, Bernische Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, Bern.